

"Geometrical Optics"

التاريخ:

Lec 1

الموضوع:

* Nature of light *

↳ Hygens "1678"

His theory → Light is a sort of wave motion

→ He explained reflection and refraction.

↳ Young "1801"

- Experimentally, He proved that light is waves, not particles.

كأمواج طولية

كأمواج التداخل

- He explained the interference.

↳ Maxwell "1873"

- He proved that light was a form of electromagnetic waves. "theoretically"

نظرياً "ببونتجربة"

→ Hertz «1887»

- Experimentally, He confirmed Maxwell's theory. «Light is a form of electromagnetic waves»

- He discovered «Photo electric effect»

→ When light strikes a metal surface, electrons are ejected from the surface of metal

- He failed to explain that kinetic energy of an ejected electron depends on the intensity of light.

→ Max Planck «1900»

- The energy of light wave is present in particles «Photons» and that is the quantization concept.

- * He failed to explain «Photo electric effect»

→ IeneStien «1905»

• By using maxplank's mode IeneStien Proposed that light Present in Particles called photons.

• He explained the Photo electric effect, when the energy of Photon depend on Frequency.

$$* E = h\nu = h\nu_0 + K.E$$

Notes.

← سرعة الضوء تختلف حسب الوسط
 ← ثابتة لنفس الوسط المتجانس

$$* \text{سرعة الضوء} \propto \frac{1}{\text{كثافة الوسط}}$$

$$\rightarrow E \propto \nu$$

← الضوء عبارة عن جسيمات وموجات

Types of interference:

[1] Constructive interference:

«تداخل بناء»

- Two waves are in Phase, from a wave of greater amplitude.

موجتين لهما نفس الطور ~~في~~ in Phase ← ينتج عنها موجة ذات سعة أكبر
amplitude

[2] Destructive interference

«تداخل هدام»

- Two waves are out of Phase from a wave of lower amplitude.

موجتين ليس لهما نفس الطور ← ينتج عنها موجة ذات سعة أقل أو ليتم إلغاؤها تمامًا.

Heitz

Photo electric effect:

- When light strikes a metal surface, electrons are ejected from the surface of metal.

لو اصطدم إلكترون بسطح معدني سيتم تحرير الإلكترونات من هذا السطح «تحرير الإلكترونات يعتمد على تردد الخرج»

* فهم $\rightarrow$ Ienstein equation:

$$E \propto \nu \rightarrow E = \text{const } \nu$$

$$E = h\nu$$

$\rightarrow E \Rightarrow$ Energy

$\rightarrow h \rightarrow 6.626 \times 10^{-34}$ ثابت بلانك

$\nu \rightarrow$ Frequency تردد

LEC.2

16 oct, 2024

$\rightarrow$ Galilio «عالم فلان»

He attempt to measure the speed of light by positioning two observers in towers separated by distance = 10 km.

$\rightarrow$ حاول القيام بقياس سرعة الضوء عن طريق وضع اثنين من المراقبين على مسافة فاصلة تبلغ 10 كم.

$\rightarrow$ أول من حاول من قياس سرعة الضوء لكنه فشل واعتقد ان هذا لا إمكانية.

→ Romer "1675"

- He attempted to measure the speed of light by using further distance.
- He studied the eclipses of Jupiter's moon

← قاس سرعة الضوء باستخدام قمر المشتري

← وضع تجربة واثبت ان الضوء له سرعة ثابتة

← حسب المسافة بين كوكب المشتري والارض

وكان مصدر الضوء بعين

• المسافة بين كوكب المشتري والارض $= 300 \times 10^8 \text{ m}$

• الزمن الذي استغرقه الضوء $= 22 \times 60 \text{ sec}$

$$V = \frac{d}{t} = \frac{300 \times 10^8}{22 \times 60} = 2.27 \text{ m/s.}$$

← لنسبة خطأ كبيرة جدًا حوالي 24%

→ Fizeau "1899"

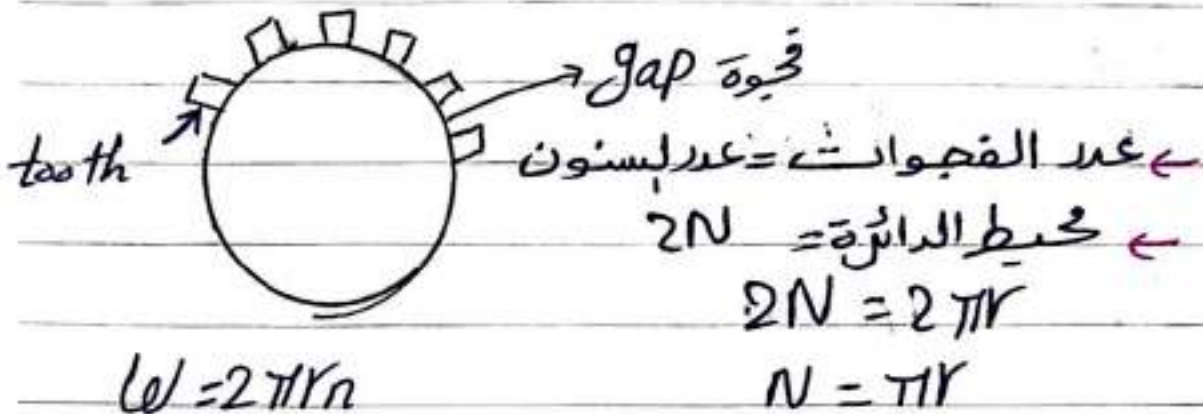
He put the first successful method for measuring the speed of light

← اول طريقة ناجحة لقياس سرعة الضوء

$$3 \times 10^8 \text{ m/s.}$$

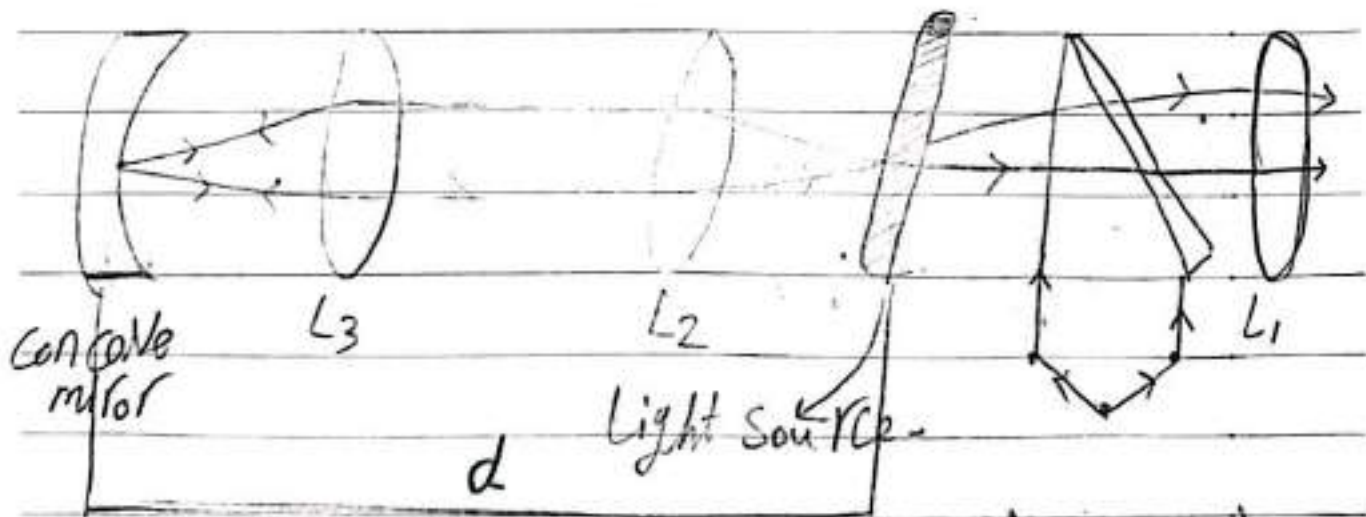
He used rotating toothed wheel.

الاستطاع قياس سرعة الضوء بطريقة العجلة الدوارة
"كما سنون تتحرك بسرعة دورانية وسرعة زاوية"



$$\Delta t = \frac{2\pi r}{2N} \times \frac{1}{2\pi r n} = \frac{1}{2nN}$$

عدد الفجوات (Number of gaps) points to $2N$.
Frequency points to $2nN$.



$$v = \frac{d}{t} \quad d^* = 2d$$

$$\Delta t = \frac{2d}{v}$$

$$\frac{2d}{v} = \frac{1}{2nN}$$

$$v_c = 4nNd$$

السطح الخارج من البغلة قياس سرعة الضوء
نسبة خطأ حشلة $v = 2.98 \times 10^8 \text{ m/s}$.

Refraction → "انكسار"

Reflection → "انعكاس"

Ex: Assume P. Zeou's. Wheel has 360 teeth and rotates at 27.5 rev/s when a pulse of light passing through the gap between two teeth. If the distance to the mirror is 7500 m, what is the speed of light?

$$C = 4nNd$$

$$360 = \text{عدد إلسنونات} = \text{عدد إلسنونات}$$

$$N = 360 \quad C = 4nNd$$

$$n = 27.5 \quad C = 4 \times 27.5 \times 360 \times 7500$$

$$d = 7500 \quad = 2.97 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Notes

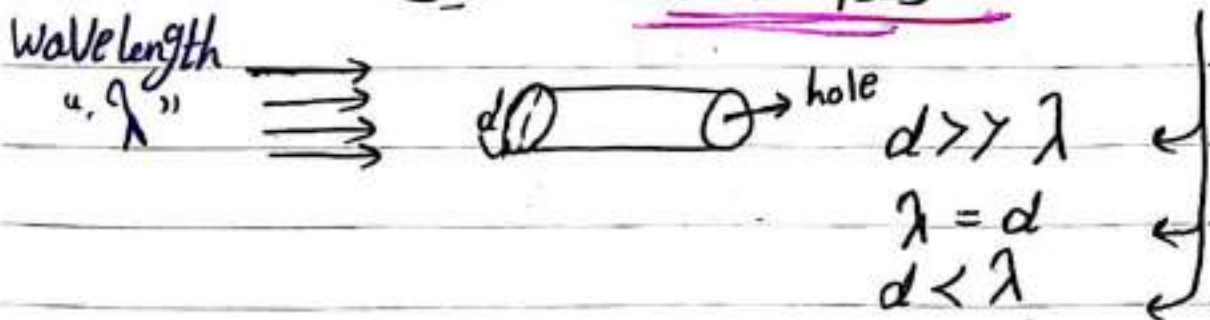
ليسير إلسنود في خطوط مستقيمة في اتجاه ثابت وسرعة ثابتة إذا كان في نفس الوسط

إذا كان إلسنود ليسير في وسط غير متجانس أو ينتقل إلسنود من وسط إلى آخر فإن إلسنود ينحرف عن مساره أو يغير من خصائصه

Ray Approximation

- Light travels in straight line
 - perpendicular to wave front.
- ← سطح لموجة $\perp$ اتجاه انتشار الموجة
- ← كل نقطة على سطح الموجة تعتبر مصدر منوش جديد

حالات مرور الضوء في وسط معين

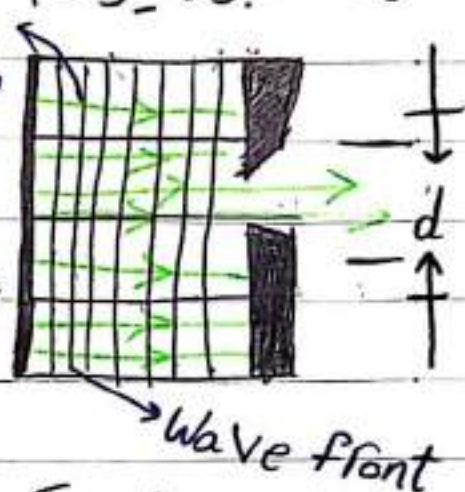


III $d \gg \lambda$

التقريب أكبر بكثير من لطول لموجتين

* The light move. in straight lines perpendicular on the wave front.

* يسير الضوء في خطوط مستقيمة عمودي على مصدر الموجة



← من هذه الحالة تكون الأشعة الضوئية على استقامتها ومتوازية



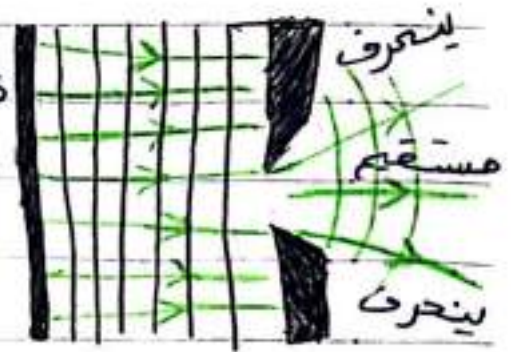
[2]

$d \sim \lambda$

الثقب يساوي تقريبًا الطول الموجي.

* The wave spread in all directions

* الضوء ينتشر في جميع الاتجاهات



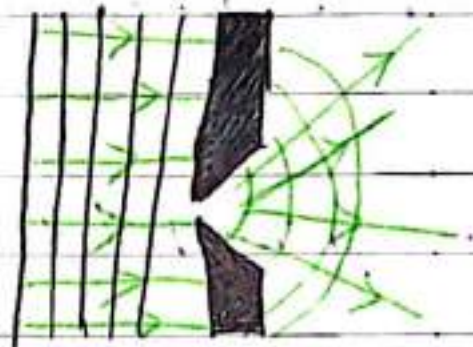
[3]

$d \ll \lambda$

الثقب أصغر من طول الموجي.

* Light is diffraction

* Each point on the wave surface acts as a source of light.



* لينحرف الضوء وينتشر في جميع الاتجاهات

* كل نقطة على سطح الموجه تعتبر مصدر ضوئي

~~حيث~~ جديد.

* Ray approximation is only valid
if $d \gg \lambda$.

The Wave under reflection.

[1] Regular reflection - specular

منتظم

[2] irregular reflection - Diffuse

غير منتظم

[3] Double reflection

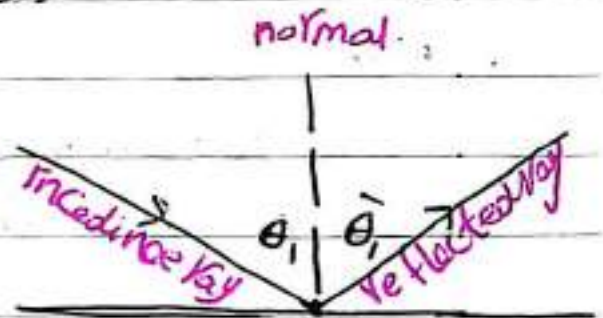
مزدوج

[4] Retro reflection

مرتد

* General reflection laws:

[1] The angle of reflection equals the angle of incidence ($\theta_i = \theta_r$)



← زاوية السقوط = زاوية الانعكاس

[2] The incidence ray, the reflected ray and the normal all lie in the same plane

← الشعاع الساقط، الشعاع المنعكس والعمود القائم تقع في مستوى واحد

Incident angle → The angle between incident ray and normal
Reflected angle → " " " Reflected ray and normal

* for regular reflection to occur, light rays must fall on a smooth, uniform surface.

← يجب أن تكون الأشعة الساقطة تسقط على سطح أملس منتظم حتى يحدث الانعكاس منتظم.

① → Specular - Regular "Reflection".

* The Reflected rays are parallel to each other.

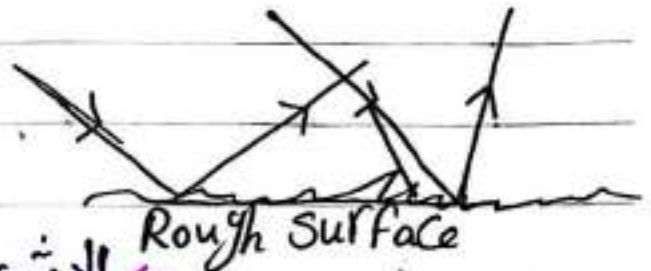


← الأشعة المنعكسة متوازية لبعضها

* Reflection laws are valid. ← يتحقق قانونا الانعكاس.

② → Diffuse - irregular "Reflection"

* The reflected rays travel in random direction.



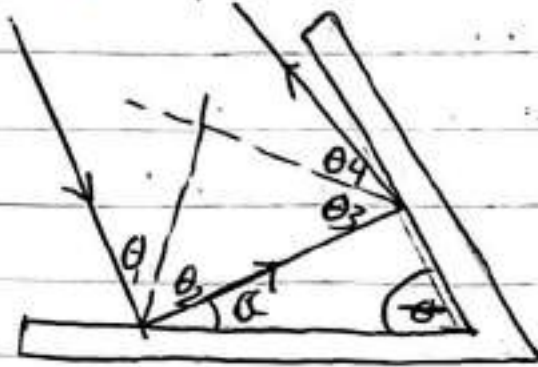
← الأشعة المنعكسة تكون في اتجاه عشوائي.

* Reflection laws are valid, but the reflected rays are not parallel.

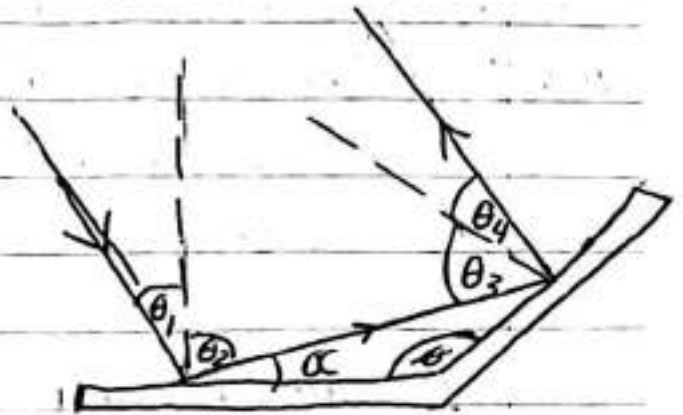
← يتحقق قانونا الانعكاس ولكن الأشعة المنعكسة

غير متوازية.

→ Double reflection



زاوية حادة



زاوية منفرجة

Notes

→ الزاوية بين العمود لمقام ولسطح = 90°

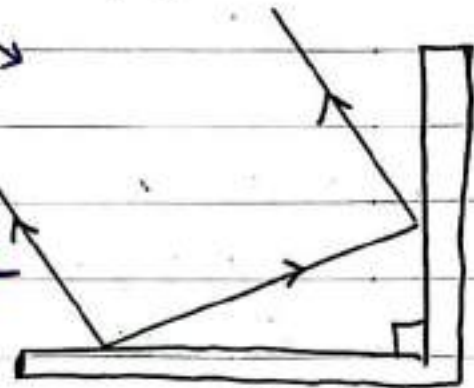
$$\theta_1 = \theta_2 \quad \& \quad \theta_3 = \theta_4$$

$$\alpha = 90 - \theta_2$$

→ الزاوية الساقطة على M_1 تكون أكبر من زاوية الانعكاس θ_4 على M_2

→ "بشعاع الساقط على المرآة الأولى موازاً لبشعاع المنعكس من المرآة الثانية"

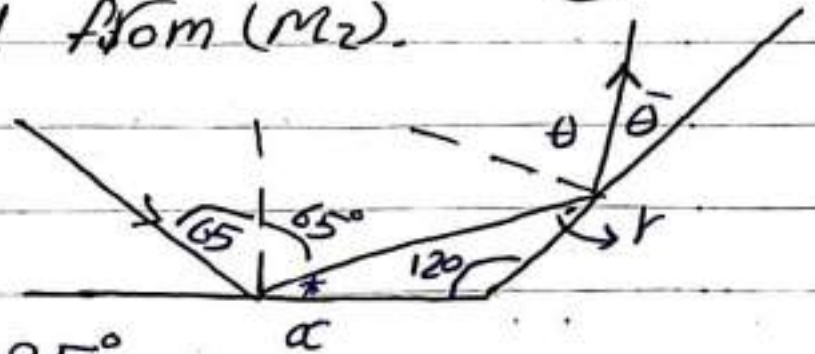
→ يسمى بالانعكاس الارتدادي
"Retro Reflection"



زاوية قائمة



Ex: Two mirrors make an angle of (120°) with each other as illustration in figure. A ray is incident on mirror (M_1) at angle of (65°) to the normal $\rightarrow$ find the direction of the ray after its reflected from (M_2) .



$$\alpha = 90 - 65 = 25^\circ$$

$$r = 180 - (120 + 25) = 35^\circ$$

$$\theta = 90 - 35 = 55^\circ$$

$$\theta = \theta' = \boxed{55^\circ} \#$$

← صه قانون الانعكاس

The Wave under Refraction

* The Refraction of light occurs when it move between two different transparent media.

← يحدث الانكسار خلال الوسط عندما ينتقل الضوء بين وسطين معامل انكسارهم مختلف.

Snell's law

→ The relationship between the path taken by a ray of light in crossing the boundary of surface of separation between two contacting substances and the refractive index of each.

← علاقة بين لمسار الذي يسلكه الضوء من عبور لسطح لفصل بين مادتين ومعامل الانكسار لهما.

* عند انتقال الضوء من وسط لآخر فإن تردده يبقى ثابت وطوله الموجي يتغير.

* تعتمد θ_3 على زاوية السقوط ونوع مادة الوسط.

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \text{constant}$$

← عند انتقال الضوء من وسط أعلى كثافة إلى وسط أقل كثافة فإن سرعته تزداد وينكسر مبتعداً عن العمود وتكون $\theta_1 < \theta_2$

← عند انتقال الضوء من وسط أقل كثافة إلى وسط أعلى كثافة فإن سرعته تقل وينكسر مقترباً من العمود $\theta_1 > \theta_2$ مقترباً:

أنواع معامل الانكسار

① معامل الانكسار المطلق ← بين الفراغ والوسط

← معامل الانكسار المطلق للهواء $n = 1$

← معامل الانكسار المطلق لأي وسط $n > 1$

$$n = \frac{c}{v}$$

سرعة الضوء في الفراغ ← c

سرعة الضوء في الوسط ← v

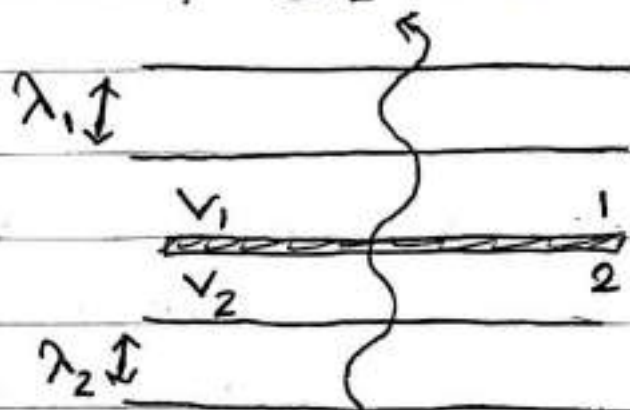
② معامل الانكسار النسبي ← بين وسطين مختلفين

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

* عند مرور الضوء خلال أكثر من وسط فإن التردد المصاحب للضوء يبقى ثابتاً ، لكنه ليتغير ليتغير الطول الموجي

$$n_1 = \frac{c}{v_1}$$

$$n_2 = \frac{c}{v_2}$$



← معامل انكسار المادة ليس مقدار ثابت ولكن ليتغير ليتغير الطول الموجي الساقط عليه

$$n \propto \frac{1}{\lambda} \rightarrow \text{الطول الموجي}$$

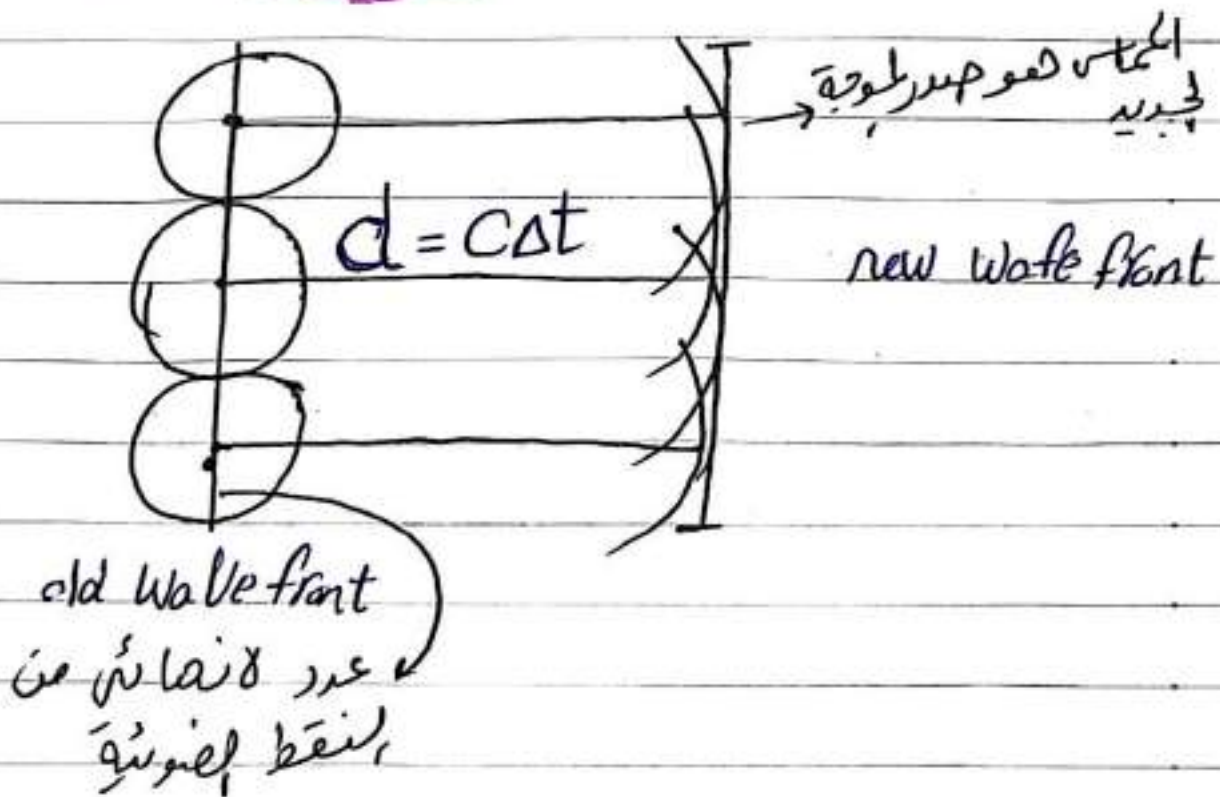
معامل الانكسار

Huggens's principle

⇒ All points on particular «Wave front» are taken as sources of producing a new spherical secondary waves' → Called wavelets ↑ in that medium that spreads at distinct speeds over time.

← كل نقطة على موجة تتخذ مصدرًا لموجات ثانوية، وهذه الموجات تعرف بالموجيات، وتنتشر بسرعة تختلف باختلاف الوقت.

II plane wave front

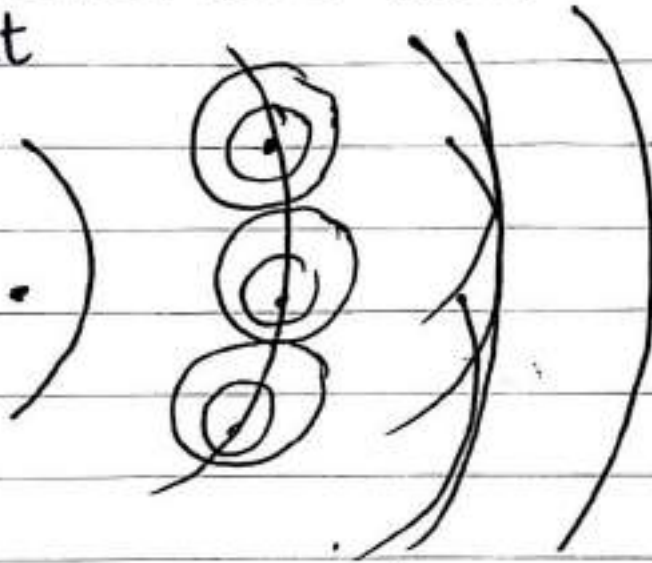


فترة زمنية معينة $\rightarrow$ سرعة الضوء $\rightarrow$ $d = c \cdot \Delta t$
 مسافة صغيرة جدًا $\rightarrow$

الموجة المسطحة $\rightarrow$ تنشأ من جبهة موجية كبيرة وتُعتبر
 بخطوط متوازية مما يجعل الجبهة مستقيمة.

27 Spherical wave front.

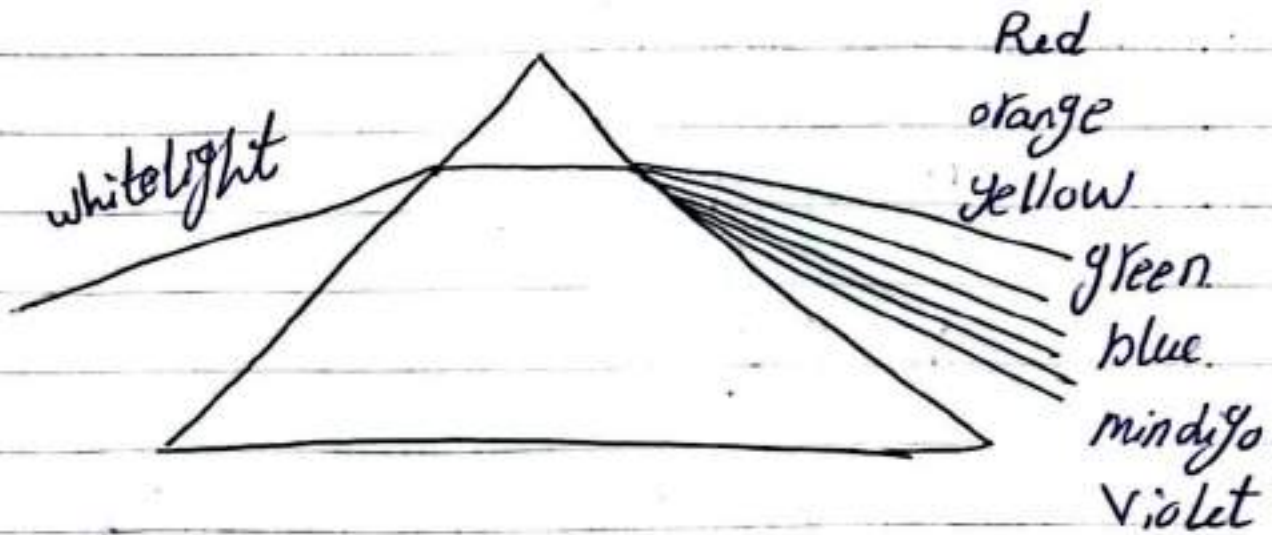
$$r = c \cdot \Delta t$$



فترة زمنية معينة $\rightarrow$ $r = c \cdot \Delta t$
 $\rightarrow$ نصف قطر $\rightarrow$ سرعة الضوء

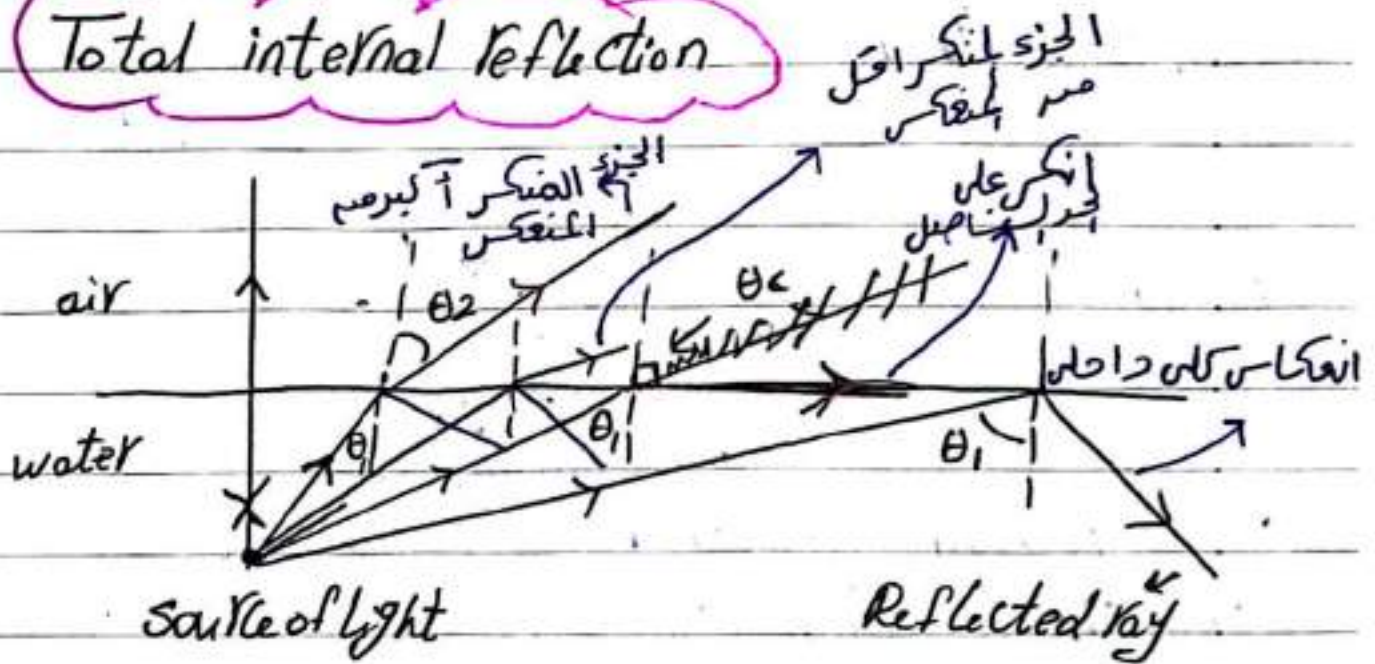
الموجة الكروية $\rightarrow$ تنتشر من مصدر نقطة منهوية
 مما يجعل الجبهة الموجية دائرية.





- ← الضوء الأحمر أقل انحراف لأن معامل انكساره أصغر
- ← الضوء البنفسجي أكبر الانحراف لأن معامل انكساره أكبر

Total internal reflection



- ← ينكسر الشعاع من وسط أعلى إلى وسط أقل من الكثافة
- ← زاوية السقوط > الزاوية الحرجة

$$\theta_c = 90^\circ \rightarrow \text{Critical angle}$$

$$n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90^\circ$$

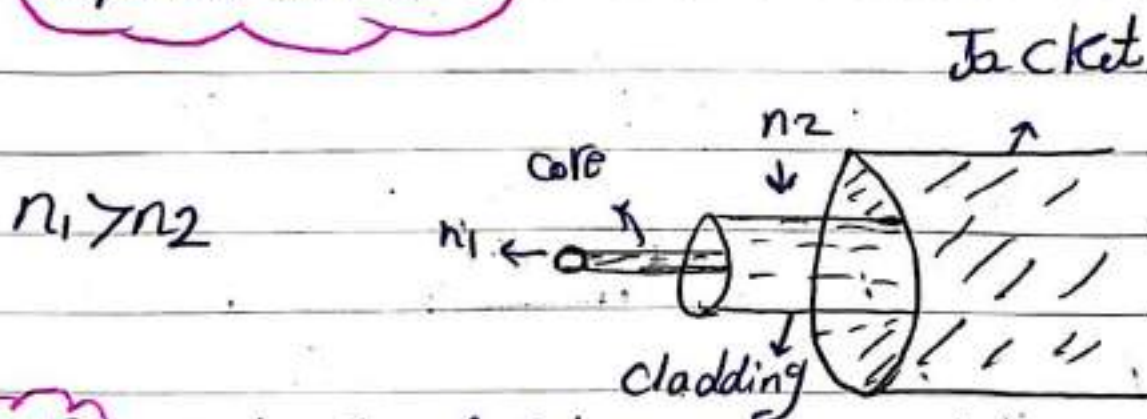
$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

← نقسم θ_c على مساحات الزوايا θ_i و θ_r

Application of total internal reflection

optical fibers



Core → A heart of fibers and must be transparent from glass or plastic

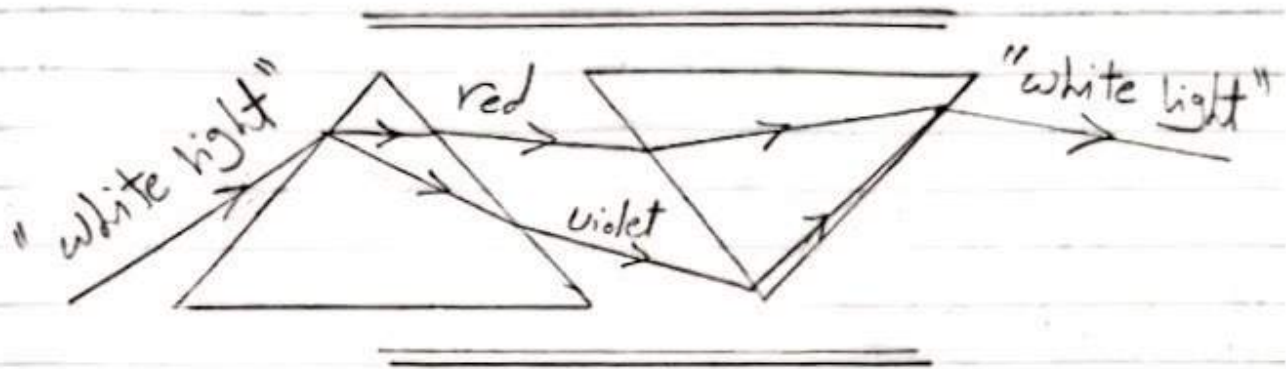
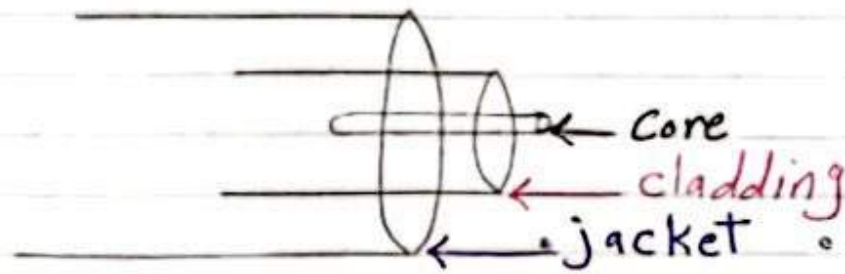
Cladding → It is a material that surrounded a core and have a lower index of refraction less than the core

Jacket → A layer surrounded a core and cladding and made of plastic to prevent mechanical damage.

uses

- ⇒ Transferring light to parts which hard to reach.
- ⇒ Transmitting light in non straight paths without much losses in light intensity.
- ⇒ Image can be transferred from one point to another.

* يوجد فقدان الشدة الضوئية
 * خسائر من الضوء لداخل نفس خسائر الضوء الخارج.



← "Absolute refraction index" معامل الانكسار المطلق

$$n = \frac{c}{v}$$

سرعة الضوء في الفراغ ← c
سرعة الضوء في الوسط ← v

دائمًا أكبر من 1
يا، 1 ← الوسط هو الهواء

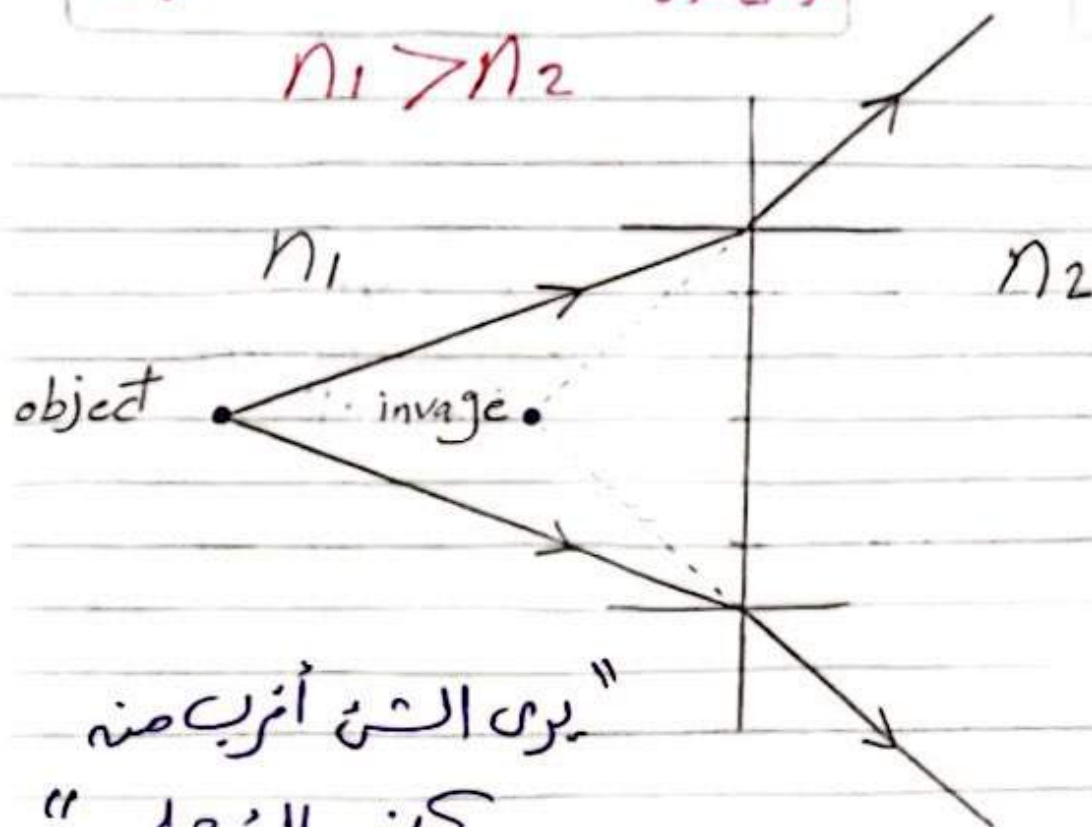
← "Relative refraction index" معامل الانكسار النسبي

$$n_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

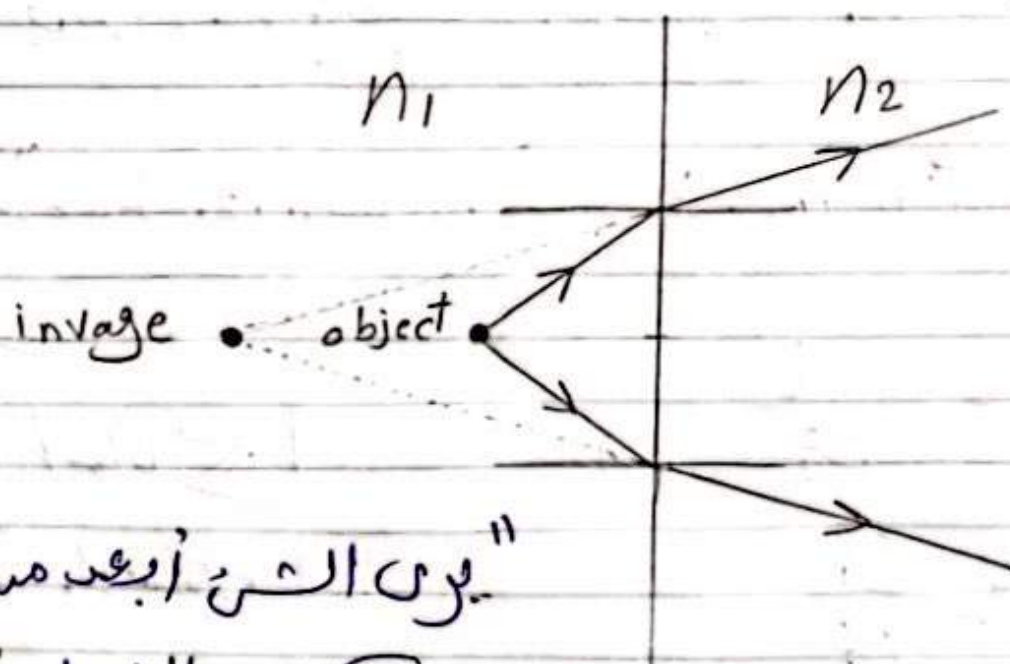
أحيانًا < 1
ولا يساوي 1

$$n_1 > n_2$$



"يرى الشئ أقرب منه"
مكانه الأصلي

$$n_1 < n_2$$

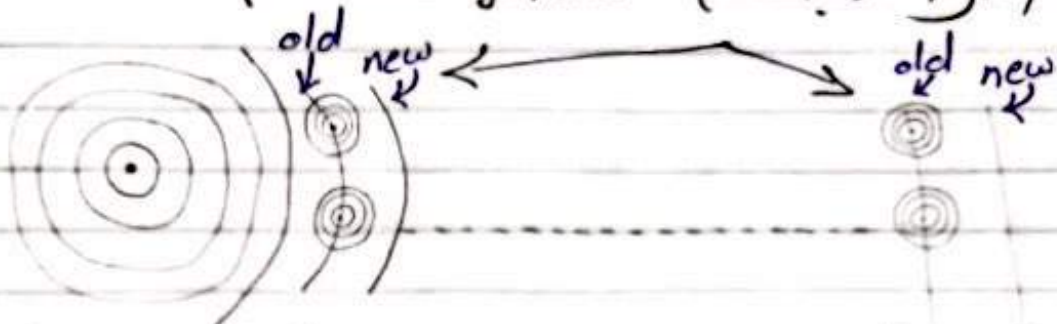


"يرى الشئ أبعد منه"
مكانه الأصلي

Image formation

تكوين الصورة

(حسر الموجة wave front)



"Spherical"

"Flat / plane"

← إذا كانت الموجة القديمة Spherical : الجديدة Spherical

← كل نقطة على حسر الموجة تعتبر "مصدر موجة جديدة" New source
للخروج

← حسر الموجة الجديدة يكونه مما يسمى "wavelet"

"Huygens"

"موجبات wavelet"

Image formation

Mirrors

Plane - flat mirror

مرآة مسطوية

Concave - converging mirror

مرآة مقعرة - مجمعة

Spherical mirror

Convex mirror

مرآة محدبة - مفرقة

* Real image :-

Formed when light rays pass through and diverge from the image point.

تقاطع حقيقي

Can be displayed on a screen.

الصورة الحقيقية تتباعد من نقطة تقاطع الأشعة ويمكن استقبالها على حائل.

* Virtual Image :-

Formed when the light rays don't pass through the image point, but only appear to diverge that point.

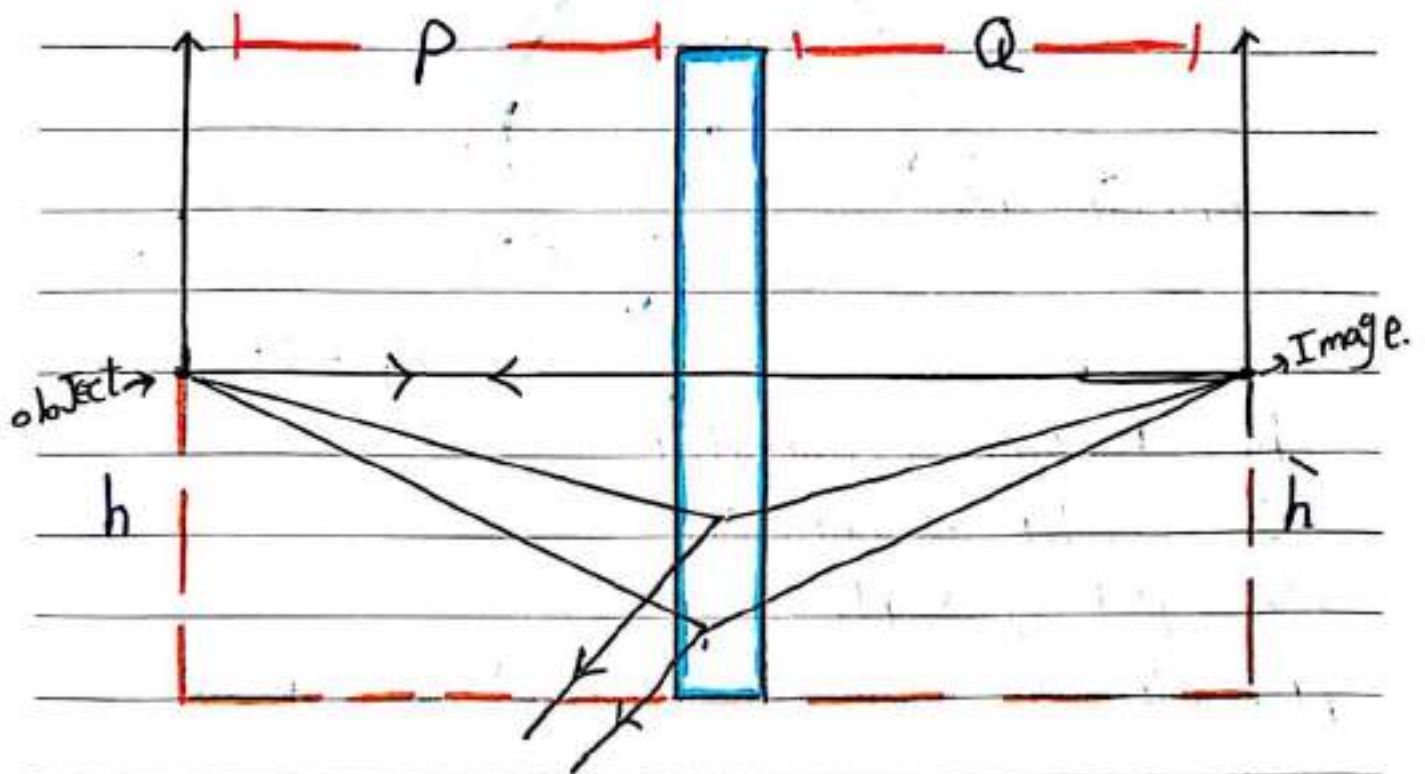
Can not be displayed on a screen.

الصورة الخيالية تتباعد من وجود أشعة غير حقيقية وتتباعد عن تقاطع امتداد الأشعة ولا يمكن استقبالها على حائل.

تقاطع غير حقيقي "امتداد الأشعة"



Characteristics of plane mirror



1) object distance (p) = Image distance (q).

بُعد الجسم = بُعد الصورة.

2) object height (h) = Image height (h')

ارتفاع الجسم = ارتفاع الصورة.

3) Lateral magnification (M) = 1

$$M = \frac{h}{h'}$$

معامل التكبير = 1

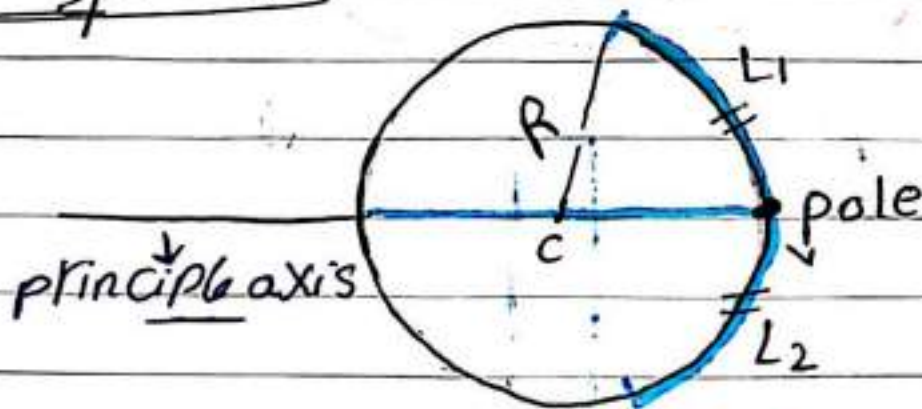
4) The image has an apparent left - right reversal (Reflection)

الصورة تكون معكوسة "اليمين يميناً واليسار يساراً" - -

5) The image seen in flat mirror is Virtual

الصورة على المرآة المسطحة تكون تقصيرية.

Spherical mirrors



$$\rightarrow L_1 = L_2$$

(R) → Radius of curvature

(C) → Center of curvature

(V) → Pole or vertex

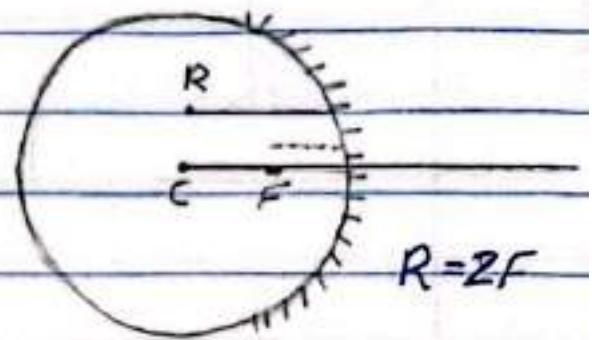
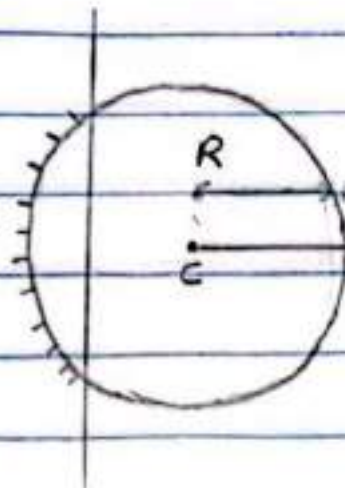
principle axis → المحور الأساسي للمرآة

$$R = 2f$$

Radius → focus → focal point.



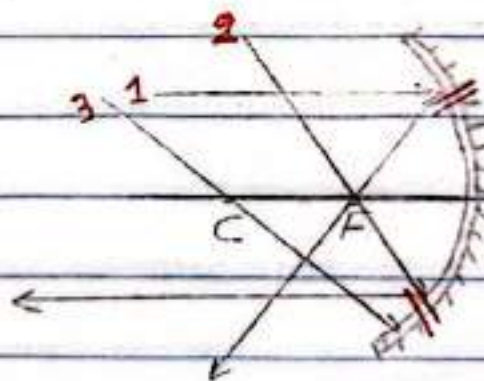
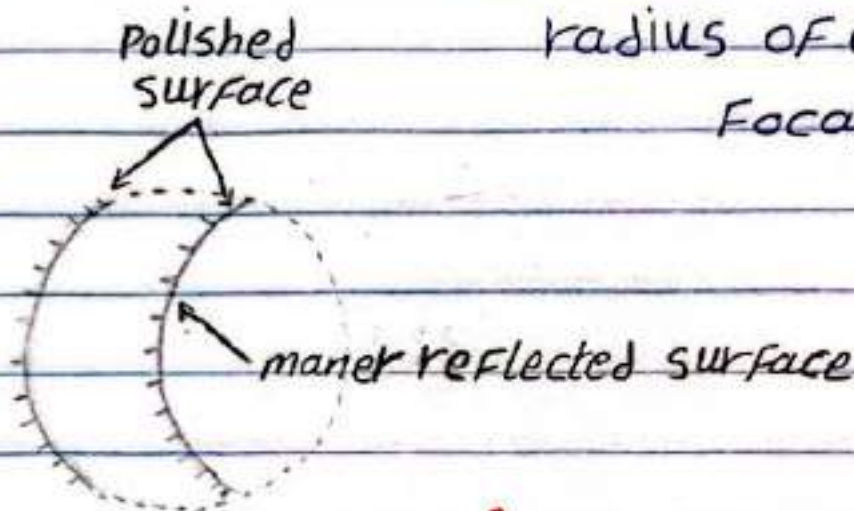
Lec:6



Center of curvature $\leftarrow C$

Radius of curvature $\leftarrow R$

Focal Point $\leftarrow F$



1 إذا سقطت الأشعة على المرآة المقعرة فإنها تنعكس على Focal Point

2 إذا انعكست الأشعة من Focal Point فإنها تنعكس على المرآة المقعرة

3 إذا سقط شعاع عمودي على سطح المرآة (مر بالنقطة C) فإنها تنعكس

على نفسها وزاوية السقوط والانعكاس والانعكاس = μ فر

nonpara axial rays

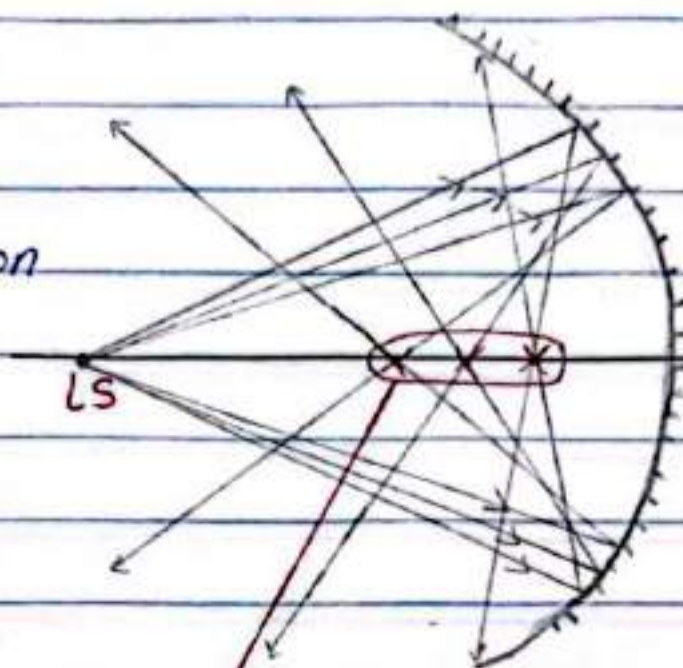
الأشعة البعيدة عن المحور البصري

spherical
aberration

blurred image

uncleared image

الصورة غير واضحة



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{P} + \frac{1}{q} = \frac{2}{R}$$

$$M = \frac{R'}{R} = -\frac{q}{P}$$

* P ← بعد الصورة الجسم

q ← زعد الصورة

F ← البؤرة

R ← المركز

08

09

10

امام المرآة

* قاعدة الإشالات :-

11

بالنسبة (P, q)

قلف المرآة

12

O

I

O

I

01

02

(P, q) موجبة +

(P, q)البة -

03

بالنسبة (h, h')

04

- سواء امام المرآة او خلف المرآة

05

تبعتمد على وضع الجسم أو الصورة

06



معتدلة

upright erect ↑

مقلوبة

inverted ↓

08

(h, h') موجبة +

(h, h')البة -

بالنسبة لـ (F, R)

المراة Concave (F, R) موصية
 المراة Convex (F, R) سالبة

09

* حالات تكون الصورة بالمشقة للمرايا :-
 * لو مرر الشعاع بالخطوط الموازية للمحور
 نقط مرورها بالبدنية

12

01

02

03

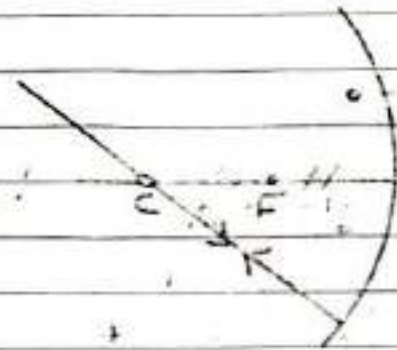
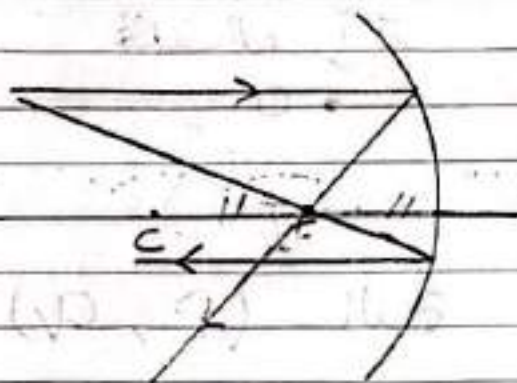
04

05

06

07

08



يتركز على نفسه

غير ذلك الشعاع الساقط يحقق
 قانون الانكسار

November

١٤٤٤ هـ

٢١ جمادى الأولى ١٤٤٦ هـ

نوفمبر

23

* لو جده و المة الى يبقى على الجزء د ا

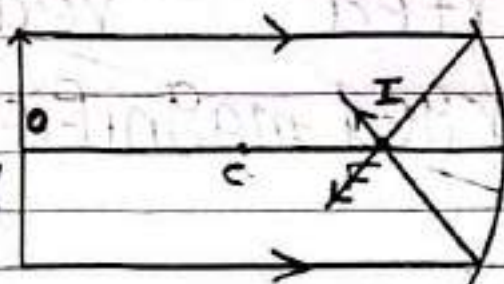
$$P = \infty, q = F$$

صفات:

red ← حقيقي

inverted ← مقلوب

extremely diminished ← صغير جداً



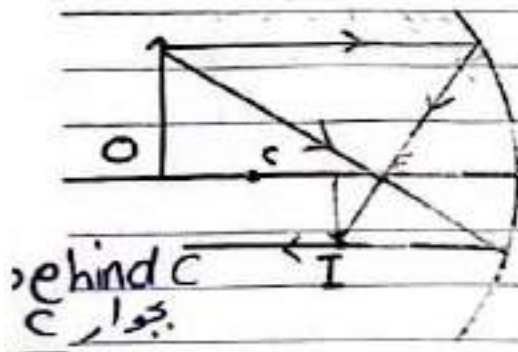
* اول فساتات inverted, real

~~$$P > C/R, q > F$$~~

$$P > C/R, q > F$$

inverted, real

diminished اصغر من الجسم



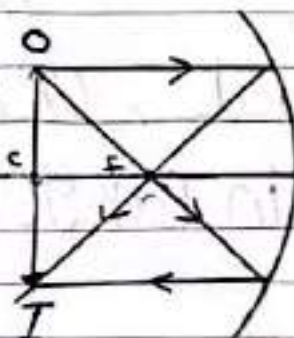
الجسم عن البؤرة النيرة

$$P = C/R, q = C/R$$

inverted, real

have the same

size as object



نفس حجم